Amaldoa 15(2): 237 - 246, 2008

ISSN: 1815 8242

Anatomía y desarrollo de fruto y semilla en *Solanum chenopodioides* Lam. (Solanaceae)

Anatomy and development of fruit and seed in *Solanum chenopodioides* Lam. (Solanaceae)

Verónica Alejandra Cabrera, Verónica Andrea Solís, Nilda Dottori & María Teresa Cosa
Laboratorio de Morfología Vegetal. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Casilla de Correo 495. (5000) Córdoba. ARGENTINA. *verocabrera8@hotmail.com, dottori@imbiv.unc.edu.ar, verosolis_22@hotmail.com, cosa@imbiv.unc.edu.ar*

Resumen

Solanum chenopodioides Lam. es una hierba nativa de Sudamérica, tóxica para el ganado, y maleza de cultivos; su parte aérea posee propiedades medicinales. Este trabajo tiene por objetivo analizar la ontogenia y anatomía de fruto y semilla, desde la flor en antesis hasta la madurez. Los resultados se comparan con lo conocido en otras especies del mismo género. Se realizaron preparados permanentes de flores y frutos en distintos estados de desarrollo y preparados temporarios de fruto maduro. Éste es una baya globosa, posee exocarpo unistrato y las semillas quedan incluidas en un tejido parenquimático jugoso, como ocurre en otras especies del mismo género; asimismo se incrementa el número de estratos del pericarpo a medida que se desarrolla. Durante la ontogenia de la semilla se incrementan los estratos medios del tegumento, los que luego se consumen. A la madurez, persiste sólo la epidermis externa y el endotelio, como es común en *Solanum*. Las esclereidas del tegumento seminal se encuentran parcialmente lignificadas y se observan pseudopelos. Los engrosamientos de las paredes del endotelio son reticulados y lignificados, esta particularidad no había sido señalada en especies nativas de Sudamérica anteriormente estudiadas, y es semejante a lo descripto en *S. douglasii* Dunal, especie Norteamericana perteneciente a la misma sección.
Palabras clave: ontogenia, baya, pericarpo, semilla, tegumento seminal.

Abstract

Solanum chenopodioides Lam. is a native plant from South America, toxic for the cattle, and weed of crops; its air part possesses medicinal properties. This work focuses on analyzing the ontogeny and anatomy of fruit and seed, from the flower in antesis until the maturity. The results are compared with that known in other species of the same genus. Permanent preparations of flowers and fruits in different development states and temporary preparations of mature fruit, were carried out. The mature fruit is a globular berry, that possesses unistrat exocarp and the seeds are included in a juicy parenquimatic tissue, as it happens in other species of the same genus; likewise the number of layers of the pericarp is increased as it is developed. During the ontogeny of the seed, the median layers of the tegument are increased, and then they are consumed. To the maturity, the external epidermis and the endothelium persists, like it is common in *Solanum*. The sclereids of the seminal tegument are partially lignified and pseudohairs are observed. The thickens of the walls of the endothelium are reticulates and lignified, this particularity had not been pointed out in native species previously studied of South America, and it is similar to it observed in *S. douglasii* Dunal, North American specie belonging to the same section.
Key words: ontogeny, berry, pericarp, seed, seminal tegument.

Introducción

Solanum chenopodiodes Lam. «yerba mora» o «hierba mora», pertenece al subgénero *Solanum*, sect. *Solanum* (Nee, 1999). Morton (1976) reconoce a *S. chenopodiodes* y *Solanum sublobatum* Willd., pero posteriormente Nee (1999) las sinonimizó bajo el nombre de *S. chenopodiodes*.

Esta hierba o subarbusto de 50-80 cm de altura (Barboza et al., 2006) es nativa de América del Sur, localizándose en Chile, Bolivia, Paraguay, Brasil, Uruguay y Argentina (Edmonds & Chweya, 1997; Marzocca, 1994).

Se considera maleza por habitar en diversos cultivos (trigo, arroz, soja, algodón, café) y montes frutales, su

presencia en las pasturas es inconveniente pues se trata de una especie sumamente tóxica para el ganado (Marzocca, 1994); ello se debe a que sus bayas poseen alcaloides muy potentes: solanidina y solasodina (Gallo, 1987; Ragonese & Milano, 1984). La solanidina proviene de la hidrólisis del glucósido solanina, cuya cantidad decrece gradualmente a medida que maduran los frutos (Gallo, 1987). La solasodina es materia prima en la industria farmacéutica de esteroides (Hunziker, 2001). Esta planta presenta también saponinas (Ragonese & Milano, 1984); y además, es de interés en medicina popular utilizándose en casos de oftalmia (Barboza et al., 2006; Marzocca, 1997).

Se han realizado numerosos estudios en el género *Solanum* referidos a la ontogenia y anatomía de fruto y semilla, o sólo de su tegumento, entre ellos pueden citarse los trabajos de Dnyansagar & Cooper, 1960; Saxena & Singh, 1969; Dave et al., 1979; Siddiqui & Siddiqui, 1985. Referidos a especies sudamericanas puede mencionarse a Dottori (1992, 1995, 1998) y Dottori & Cosa (1999, 2003, 2007).

En este trabajo se propone analizar la ontogenia y anatomía del fruto y de la semilla desde la flor en antesis hasta la madurez, reconociendo los cambios que ocurren durante el desarrollo. De esta forma se contribuirá a la caracterización de una especie de interés fitoquímico y agronómico, aportando datos de utilidad para el esclarecimiento de problemas taxonómicos y para la identificación de fragmentos de frutos y semillas en caso de intoxicaciones de herbívoros.

Materiales y métodos

El material procede de:

ARGENTINA. Prov. Córdoba, Dpto. Colón: Río Ceballos, Barrio Buena Vista, *Cabrera 1* (8-I-07), *Cabrera 2* (11-I-07), *Cabrera 3* (30-I-2007), (CORD).

Se realizaron preparados permanentes de flores en antesis y frutos en distintos estados de desarrollo, para esto el material, previamente fijado en FAA, fue sometido a una bomba de vacío para extraerle el aire, luego deshidratado en una serie de alcohol etílico y xilol e incluido en Histoplast o Paramat (Conn et al., 1960). Los cortes realizados con micrótomo variaron entre 8 y 16 ìm de espesor. Se colorearon con Azul Astral y Fucsina Básica (Kraus et al., 1998).

Frutos maduros y semillas aisladas fueron sometidos a un «ablandamiento», previo a la deshidratación, que consistió en colocarlos en una solución de ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, en partes iguales, durante 7 días a temperatura ambiente (D' Ambrogio de Argüeso, 1986).

Se efectuaron preparados temporarios para observar el tegumento seminal maduro, que fue previamente macerado según el método de Jeffrey (Johansen, 1940); se aplicó la Técnica de Peeling (D'Ambrogio, 1986) en frutos maduros, para observar el exocarpo en vista superficial. Se realizaron Test histoquímicos, utilizando Eosina, Sudán IV y Iodo ioduro de potasio (Johansen, 1940), para determinar la naturaleza de las reservas en la semilla.

Las observaciones se realizaron con microscopio óptico y se tomaron fotomicrografías digitales con cámara Nikon, Coolpix 5200.

Resultados

Características exomorfológicas del fruto:

El fruto es una baya globosa, levemente comprimida longitudinalmente. Cuando madura, mide ± 5,5 mm de long. y ± 6,5 mm de lat. Es de color verde cuando joven, tornándose negra a la madurez. La cutícula es opaca. El cáliz es persistente, no acrescente. Los pedúnculos son fuertemente deflexos (Fig. 1 A y B).

Ontogenia y anatomía del fruto:

El gineceo es bicarpelar, de placentación axilar. En la flor en antesis, las placentas ocupan menos de la mitad de cada lóculo (Fig. 2 A). En transcorte, la epidermis externa del carpelo es unistrata, con células comprimidas radialmente y cutícula lisa. En la zona del hacecillo dorsal, el mesofilo está formado por aproximadamente 8 estratos de células comprimidas; ocurren divisiones periclinales en los sectores adyacentes tanto a la epidermis externa como interna. Esta última, es unistrata y posee células comprimidas radialmente (Fig. 2 B). La zona interna del mesofilo, al igual que los septos y la placenta, presenta células conteniendo areniscas cristalinas (Fig. 2 C).

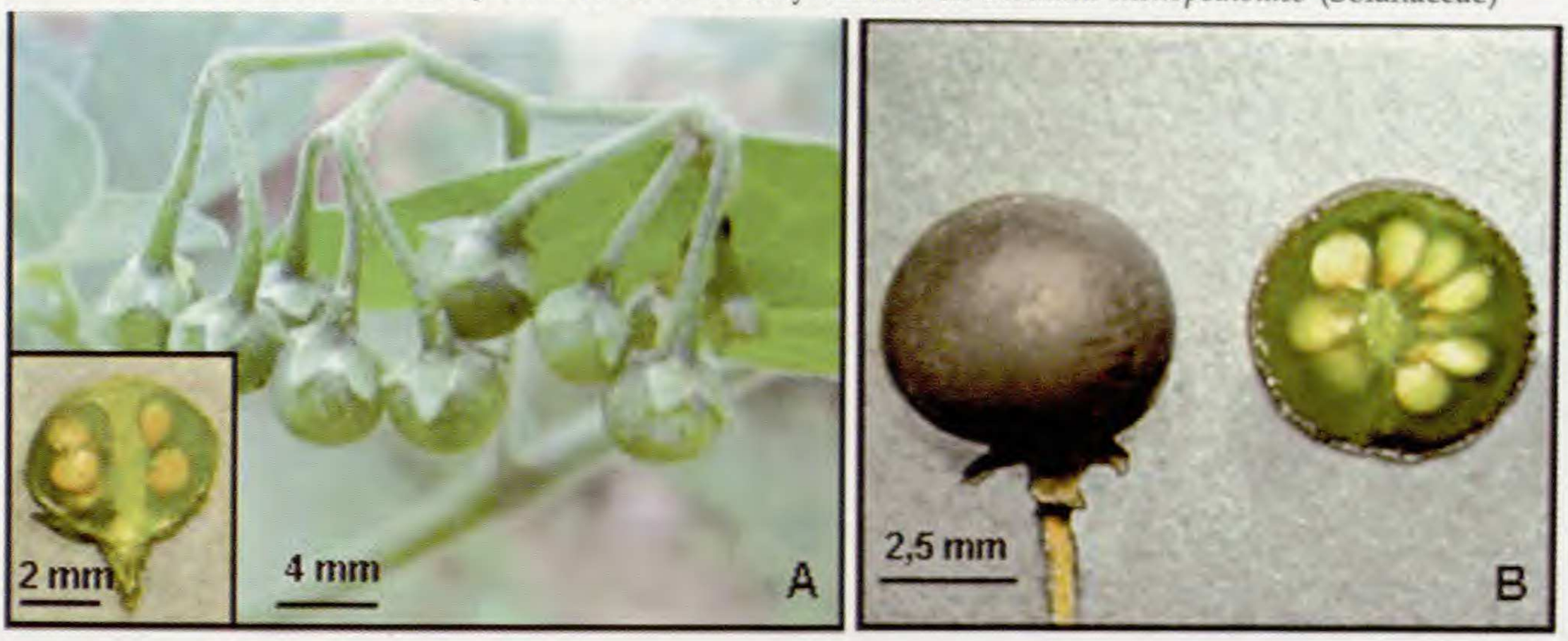

Fig. 1. *Exomorfología de Solanum chenopodioides:* **A**: infrutescencia con frutos jóvenes y detalle en corte longitudinal; **B**: fruto maduro en vista externa y corte transversal.

Después de la fecundación, (ovario ± 1,5 mm de longitud) las placentas alcanzan la mitad del lóculo. La epidermis externa presenta las características del estado anterior pero acumula almidón. En el mesofilo continúan las divisiones periclinales en las zonas adyacentes a ambas epidermis y está formado por ± 13 estratos de células generalmente poligonales, que han aumentado de tamaño. Se insinúan proyecciones de la placenta entre los óvulos y también de la pared del carpelo hacia el interior del lóculo. Las células del mesofilo, septos y placenta contienen abundante almidón y algunas acumulan areniscas cristalinas. La epidermis interna permanece sin cambios respecto a estado anterior (Fig. 2D).

Cuando el endosperma no ha completado su total desarrollo (fruto ± 2,5 mm de longitud), la epidermis externa posee algunas células isodiamétricas. El mesofilo está formado por unos 14 estratos de células comprimidas en sentido radial. En este estado, tanto la pared del carpelo como las placentas crecen entre los óvulos, por divisiones periclinales subepidérmicas, originando proyecciones (pseudoseptos); en esta zona, el mesofilo consta de ± 21 estratos (Fig. 2 E y F). En la epidermis interna hay algunas células isodiamétricas, se observan también divisiones celulares que intervienen en la formación de los pseudoseptos.

En frutos próximos a la madurez, de 3 a 4 mm de long., comienza en la epidermis externa la formación de estrías en la cutícula. El mesofilo, en zonas donde no se desarrollan pseudoseptos, se compone aproximadamente de 16 estratos de células comprimidas en sentido radial. Se acentúa la expansión celular en la zona de los pseudoseptos (Fig. 3 A y B). Se reduce la cantidad de almidón en la placenta, septos y mesofilo respecto al estado anterior; persisten algunas células con areniscas cristalinas. Las células de la epidermis interna se alargan radialmente (Fig. 3 C).

En el fruto maduro, la epidermis externa o exocarpo, tiene la cutícula engrosada y estrías más marcadas respecto al estado anterior. En vista superficial las células poseen forma poligonal (Fig. 3 D). Se desarrollan grietas de ventilación (Fig. 3 E). El mesocarpo se reduce a 7 estratos de células de gran tamaño (Fig. 3 F); el resto, junto con la epidermis interna, se desintegra y forma un tejido jugoso que rodea a las semillas maduras.

Los tipos de tricomas presentes en el cáliz de la flor en antesis persisten a la madurez, siendo estos: eglandulares (predominan en el hipofilo) unicelulares con cutícula estriada y pluricelulares (de 2 a 5 células) uniseriados, rectos o arqueados, también de cutícula estriada; glandulares (predominan en el epifilo) con pie unicelular y cabezuela pluricelular (de 3 a 5 células).

Características exomorfológicas de la semilla madura:

La semilla madura posee forma discoidal, comprimida lateralmente. Mide ± 1,5 mm de diámetro mayor y ± 1 mm de diámetro menor. Es de color ocráceo.

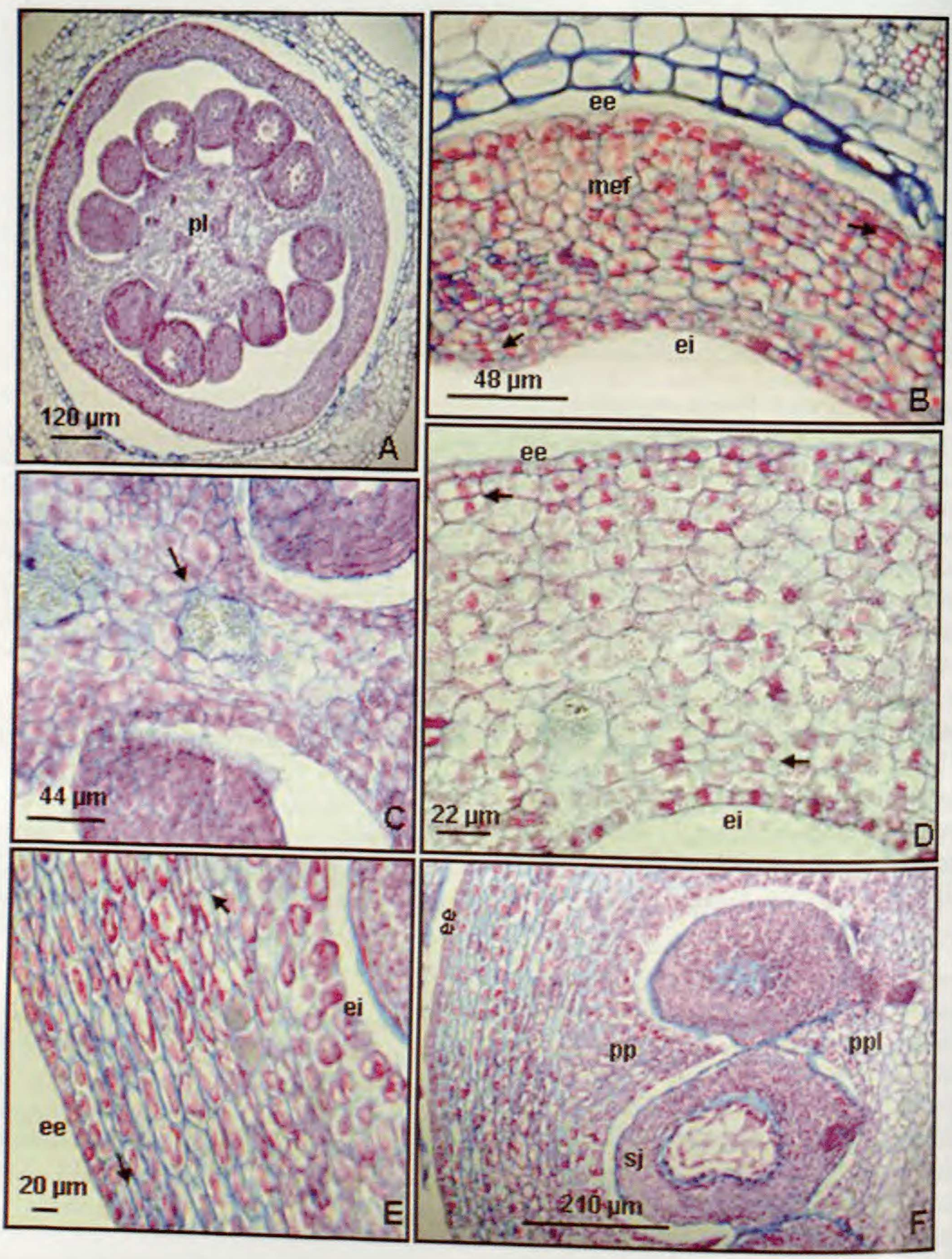

Fig. 2. *Ontogenia y anatomía del fruto joven*: **A-C**: ovario de flor en antesis; **A**: corte transversal donde se observa la placentación axilar; **B**: detalle del carpelo; **C**: con flecha se indican areniscas en el septo; **D y E**: detalle de la pared de fruto joven de 1,5 y 2,5 mm. de long. respectivamente; **F**: vista general de E mostrando las proyecciones del carpelo y placenta. *Abreviaturas*: **ee**: epidermis externa; **ei**: epidermis interna; **mef**: mesofilo; **pl**: placenta; **pp**: proyecciones del carpelo; **ppl**: proyecciones de la placenta; **sj**: rudimento seminal joven. Flechas en B, D y E: indican divisiones periclinales.

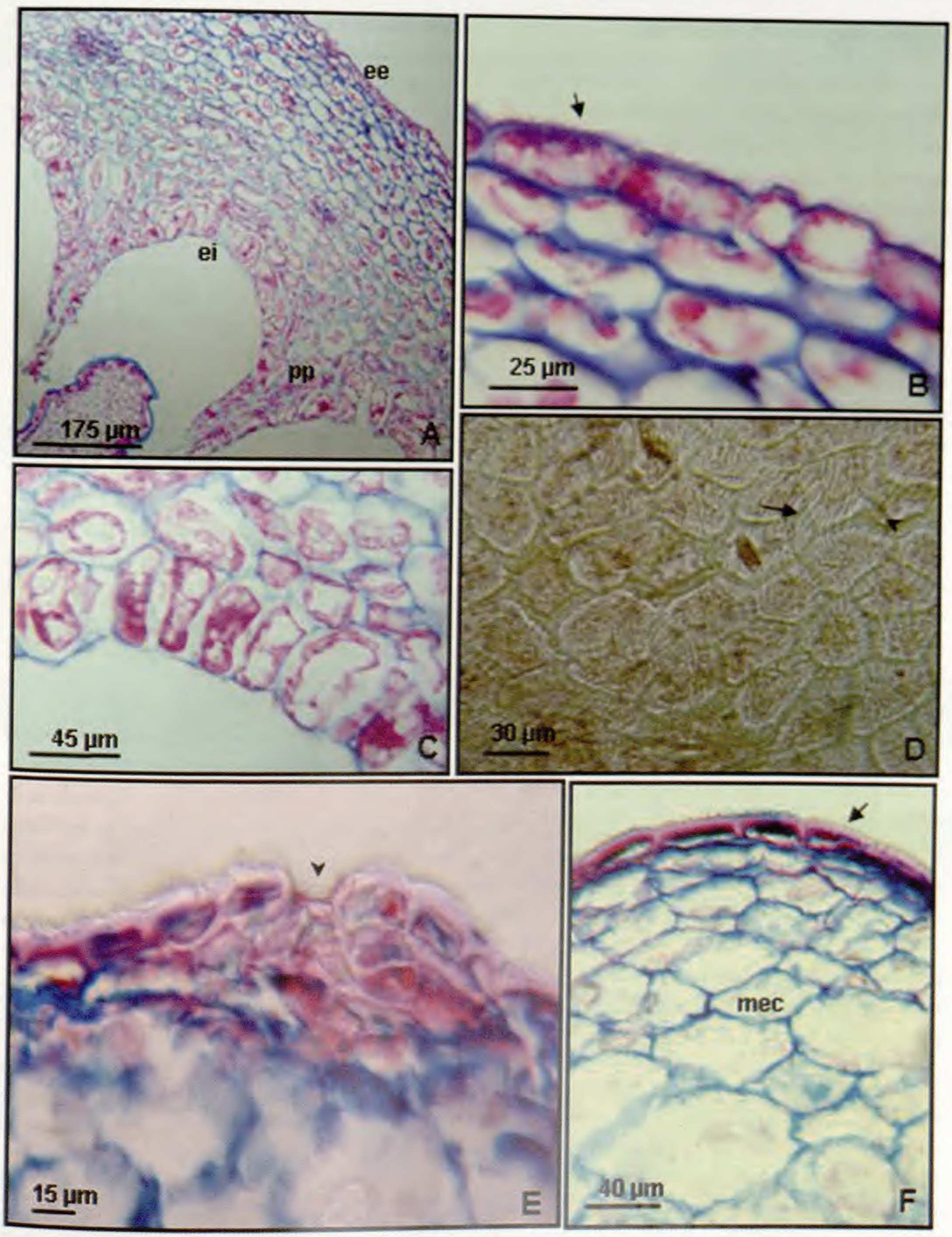

Fig. 3. *Fruto joven y maduro*: **A-C**: fruto joven de 3 a 4 mm. de long.; **A**: sector en transcorte del carpelo y proyecciones; **B**: detalle de la epidermis externa; **C**: detalle de la epidermis interna; **D-F**: fruto maduro; **D**: vista superficial del exocarpo; **E**: grieta de ventilación, marcada con cabeza de flecha en **D** y **E**; **F**: sector en transcorte del exocarpo y parte externa del mesocarpo. *Abreviaturas*: **ee**: epidermis externa; **ei**: epidermis interna; **mec**: mesocarpo; **pp**: proyecciones del carpelo. Flechas en B, D y F señalan estrías de la cutícula.

Ontogenia y anatomía de la semilla:

En la flor en antesis, el óvulo es hemicampilótropo, unitégmico y teniunicelado. El tegumento está formado por la epidermis externa unistrata, de células isodiamétricas. Los estratos medios, en número de 4, están comprimidos radialmente y se observan divisiones periclinales. El endotelio es unistrato, con células alargadas en sentido radial (Fig. 4 A).

Poco después de la fecundación (ovario ± 1,5 mm de long.), en la epidermis externa las células se comprimen radialmente, igual que las del endotelio. En los estratos medios, que son 6 aproximadamente, ocurren divisiones periclinales (Fig. 4 B) y en su zona más interna se observan células conteniendo almidón.

Cuando la joven semilla presenta endosperma que no ha completado su desarrollo (frutos de ± 2,5 mm de long.), las células de la epidermis externa continúan comprimidas radialmente; al igual que los 8 estratos medios, en los cuales ocurren divisiones periclinales. En los más internos se observan células con almidón, en proceso de digestión. El endotelio permanece sin cambios (Fig. 4 C).

En estado de embrión globular el endosperma es celular, como se observa en frutos de 3 a 4 mm de long. (Fig. 4 D y E). Las células de la epidermis externa aumentan considerablemente su tamaño y comienzan a alargarse en dirección radial. Se presentan 9 estratos medios de células poligonales. Persisten algunas divisiones próximas a la epidermis externa. Continúa la digestión celular, en cuya zona se observa almidón. El endotelio permanece sin cambios (Fig. 4 F).

La semilla madura, posee el embrión curvo con cotiledones desiguales en longitud. Es endospermada, contiene como reservas lípidos y proteínas (Fig. 5 A). Las células epidérmicas externas se alargan radialmente y muestran contorno ondulado en vista superficial (Fig. 5 B). La porción basal de las paredes radiales, así como la tangencial interna, se encuentra engrosada y lignificada; en cambio, la tangencial externa permanece celulósica, desprendiéndose con frecuencia. Cuando esto ocurre, las porciones superiores de las paredes radiales quedan libres, dando el aspecto de pelos (pseudopelos) en la superficie de la semilla (Fig. 5 A). Persisten la epidermis externa y el endotelio, los estratos medios son totalmente consumidos (Fig. 5 C). El endotelio posee células comprimidas radialmente, en vista superficial son poligonales con engrosamientos reticulados y lignificados (Fig. 5 D).

Discusión y conclusiones

Ontogenia y anatomía del fruto y semilla:

En *S. chenopodioides* se incrementa el número de estratos del pericarpo durante el desarrollo como ocurre en otras especies del mismo género (Roth, 1977; Dave et al., 1979) y en especies sudamericanas de la Sect. *Melongena*: *S. euacanthum* Phil (Dottori & Cosa, 2003), *S. hieronymi* Kuntze (Dottori & Cosa, 1999), *S. juvenale* Thell (Dottori, 1998), *S. elaeagnifolium* Cav. (Dottori, 1992); Sect. *Acanthophora*: *S. palinacanthum* Dunal (Dottori & Cosa, 2007) y Sect. *Cyphomandropsis*: *S. adelphum* Morton, *S. glaucophyllum* Desf. y *S. stuckertii* Bitter (Dottori, 1995).

En el fruto maduro la cutícula es estriada, lo mismo se observa en *S. juvenale* y *S. stuckertii*. El exocarpo es unistrato como en las especies antes mencionadas de *Cyphomandropsis*. Se observaron grietas de ventilación al igual que en *S. glaucophylum*, éstas se ubican en prominencias del exocarpo como en *S. juvenale* y cumplen la función de intercambio gaseoso debido a la ausencia de estomas.

Las semillas quedan incluidas en un tejido parenquimático jugoso originado por divisiones de los estratos internos del pericarpo y de las placentas; esta característica también fue observada en *S. hieronymi*, *S. elaeagnifolium* y *S. juvenale* y en representantes de *Solanum* Sect. *Cyphomandropsis*.

Los óvulos son unitégmicos y hemicampilótropos, como es común en *Solanum* (Barboza, 1991), y durante la ontogenia de la semilla se incrementan los estratos medios del tegumento, los que luego se consumen comenzando por los más internos (Souèges, 1907; Siddiqui & Siddiqui, 1985; Saxena & Singh, 1969).

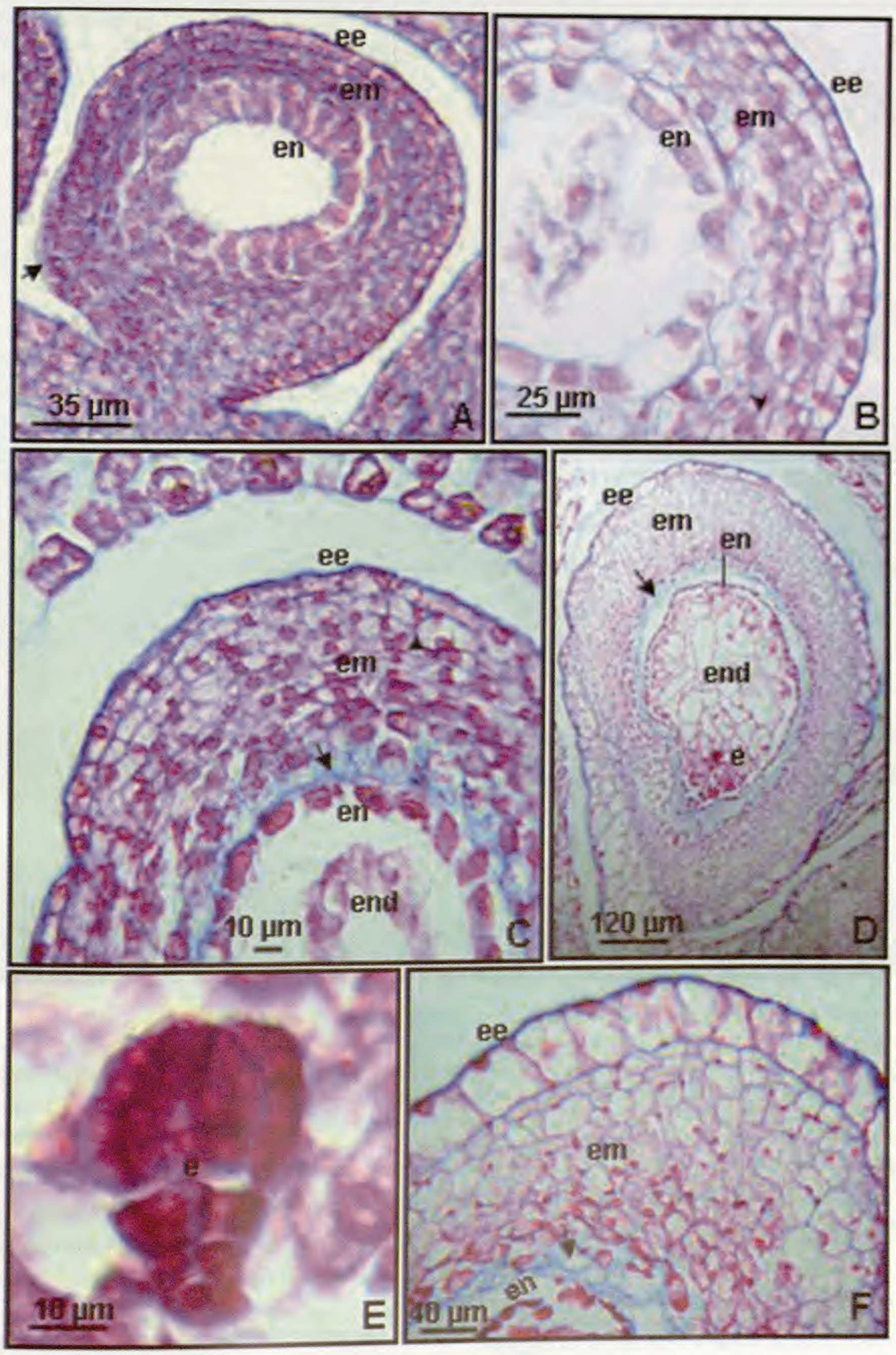

Fig 4. *Ontogenia y anatomía de la semilla*: **A**: corte longitudinal por rudimento seminal de flor en antesis. La flecha indica la zona micropilar; **B**: tegumento seminal en fruto de 1,5 mm. de longitud; **C**: sector de semilla joven con endosperma que aún no ha completado su desarrollo; **D**: corte longitudinal por semilla observándose endosperma celular y embrión globular; **E**: embrión en estado globular; **F**: detalle del tegumento de semilla conteniendo embrión globular. *Abreviaturas*: **ee**: epidermis externa; **em**: estratos medios; **en**: endotelio; **end**: endosperma; **e**: embrión globular. Flechas en C, D y F indican estratos en digestión. Cabezas de flecha en B y C señalan divisiones periclinales.

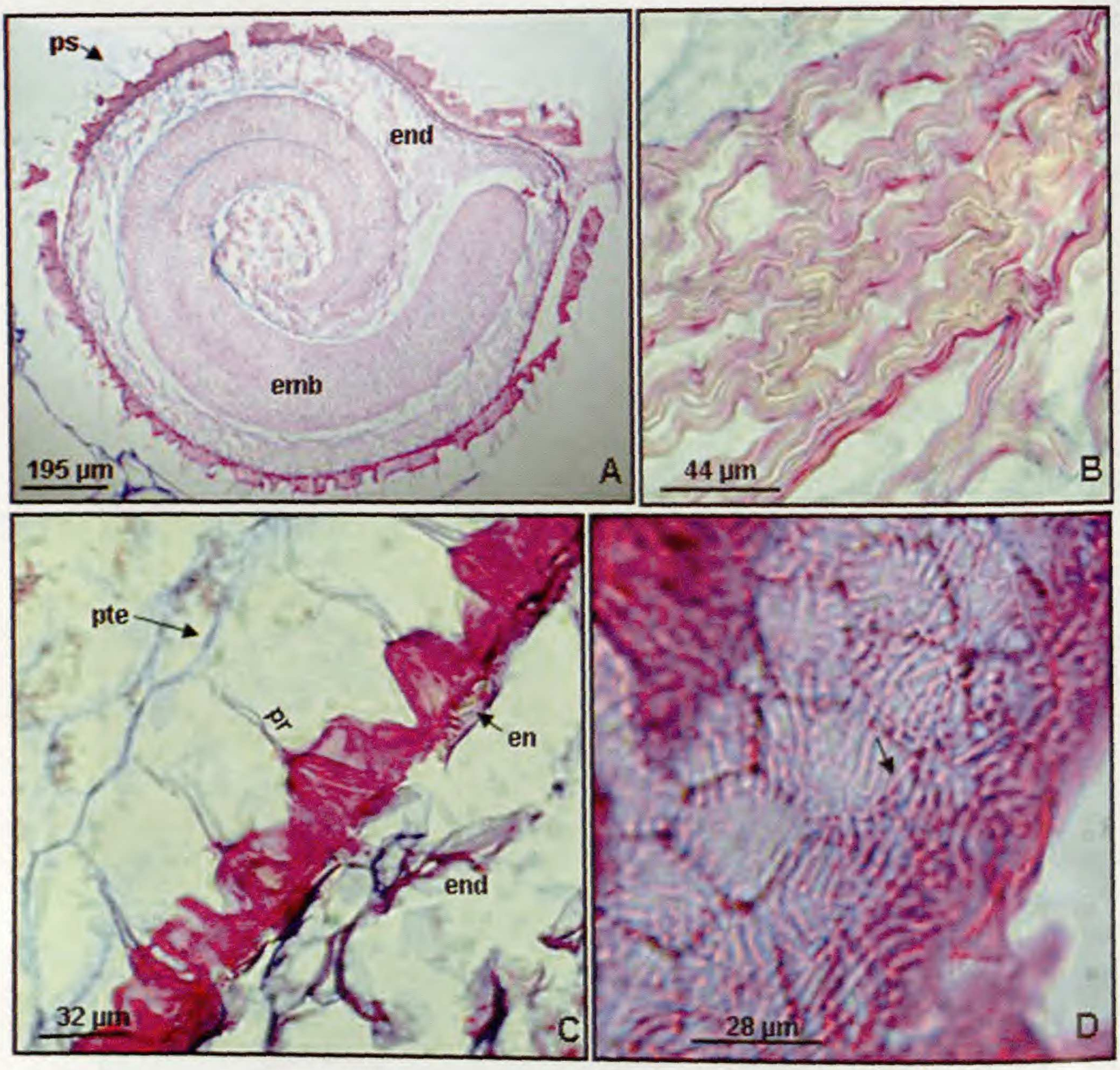

Fig 5: *Ontogenia y anatomía de la semilla madura*: **A**. corte longitudinal por semilla madura; **B**. células de la epidermis externa del tegumento seminal, en vista superficial; **C**. corte longitudinal por tegumento seminal; **D**. endotelio en vista superficial, se señalan los engrosamientos. *Abreviaturas*: **en**: endotelio; **end**: endosperma; **emb**: embrión; **pr**: pared radial; **ps**: pseudopelo; **pte**: pared tangencial externa

El tegumento maduro está formado por la epidermis externa y el endotelio, característica que es común en el género (Dnyansagar & Cooper, 1960); salvo en *S. douglassi* Dunal donde el número de estratos es mayor debido a que la epidermis externa prolifera (Siddiqui & Siddiqui, 1985), y en la forma tetraploide de *S. nigrum* L. en la cual persisten algunos estratos medios (Saxena & Singh, 1969).

La epidermis externa es el estrato más modificado y tiene cierta importancia a nivel específico dentro de algunas secciones (Dottori, 1998). Sin embargo, Edmonds (1983) al analizar *Solanum* Sect. *Solanum* no lo considera de valor dentro de la misma, si bien acepta que varios aspectos del tegumento y de su desarrollo pueden ser de utilidad en la sistemática del género y la familia.

Las esclereidas del tegumento seminal maduro en *S. chenopodioides* se encuentran parcialmente lignificadas y se observan pseudopelos, como en *S. juvenale, S. hieronymi* y *S. euacanthum*; a diferencia de *S. palinacanthum*, que posee esclereidas totalmente lignificadas, con gruesas paredes radiales, las que en la zona distal se adelgazan y forman bandas estrechas.

Los engrosamientos de las paredes del endotelio varían en las distintas especies, en los representantes de la Sect. *Melongena* son generalmente uniformes con algunas irregularidades y lignificados a la madurez. En *S. chenopodioides* son reticulados y lignificados. Esta forma no había sido observada en las especies sudamericanas hasta ahora estudiadas, pero es semejante a los engrosamientos fibrilares descriptos para *S. douglasii* (Siddiqui & Siddiqui, 1985), especie Norteamericana que pertenece a la misma sección (Edmonds & Chweya, 1997).

El indumento del cáliz coincide con *S. stuckertii* que también presenta en el hipofilo tricomas eglandulares, pluricelulares, uniseriados y verrugosos; además en el epifilo posee tricomas glandulares con pie corto y cabeza pluricelular.

Por lo expuesto anteriormente se deduce que las características observadas en *S. chenopodioides*, no difieren considerablemente de las ya citadas para otras especies del mismo género.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Sra. Adriana Pérez y a la Bióloga Marisa Matesevach, por sus sugerencias y colaboración en la realización de preparados histológicos, y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT) por el apoyo económico brindado.

Literatura citada

Barboza, G. E. 1991. El sistema reproductivo en *Jaborosa* (Solanaceae). I. Esporogénesis, gametogénesis y fecundación. *Kurtziana* 21: 39-79.

Barboza, G.; J. Cantero; C. Núñez & L. Ariza Espinar. 2006 *Flora medicinal de la Provincia de Córdoba (Argentina) Pteridófitas y Antófitas silvestres o naturalizadas.* Ed. Museo Botánico Córdoba. Argentina.

Conn, H. J.; M. A. Darrow & V. M. Emmel. 1960. *Staining procedures.* Ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore.

D'Ambrogio de Argüeso. 1986. *Manual de Técnicas en Histología Vegetal.* I-III. 1-83. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.

Dave, Y. S.; N. D. Patel & K. S. Rao. 1979. The study of origin of pericarp layers in *Solanum melongena. Phyton* 19: 233-241.

Dnyansagar, V. R. & D. C. Cooper. 1960. Development of the seed of *Solanum phureja. Amer. J. Bot.* 47: 176-186.

Dottori, N. 1992. Anatomía de fruto y semilla de *Solanum elaeagnifolium* Cav. (Solanaceae). Resumen Congreso Internacional de Etnobotánica, 503 p. Córdoba, España.

Dottori, N. 1995. Desarrollo y estructura de fruto y semilla en *Solanum* Sect. *Cyphomandropsis* (Solanaceae) de Argentina. *Kurtziana* 24: 83-104, f. 1-7.

Dottori, N. 1998. Anatomía y ontogenia de fruto y semilla de *Solanum juvenale* Thell (Solanaceae). *Kurtziana* 26: 13-22.

Dottori, N. & M. T. Cosa. 1999. Anatomía y ontogenia de fruto y semilla de *Solanum hieronymii* (Solanaceae). *Kurtziana* 27 (2): 293-302.

Dottori, N. & M. T. Cosa. 2003. Desarrollo de fruto y semilla en *Solanum euacanthum* (Solanaceae). *Kurtziana* 30 (1-2): 17-25.

Dottori, N. & M. T. Cosa. 2007. Anatomía y desarrollo de fruto y semilla de *Solanum palinacanthum* (Solanaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 359-367.

Edmonds, J. M. 1983. Seed coat structure and development in *Solanum* L. Section *Solanum* (Solanaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 87: 229-246.

Edmonds J. & J. Chweya. 1997. *Black nightshades. Solanum nigrum L. and related species.* IPCPR/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Gallo, G. 1987. *Plantas tóxicas para el ganado en el Cono Sur de América.* Ed. Hemisferio Sur. Argentina.

Hunziker, A. T. 2001. *The genera of Solanaceae.* Museo Botánico de Córdoba. Argentina. A.R.G. Gantner Verlag. K.G. Liechtenstein.

Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique* 1st ed. Mc Graw Hill Books Co, New York, USA.

Kraus, J. E; H. de Sousa; M. E. Rezende; N. M. Castro; C. Vecchi & R. Luque. 1998. Astral Blue and Basic Fuchsin double staining of plant materials. *Biotechnic & Histochemistry* 73 (5): 235-243.

Marzocca, A. 1994. *Guía Descriptiva de malezas del Cono Sur.* Ed. INTA. Bs. As.

Marzocca, A. 1997. *Vademécum de Malezas medicinales de la Argentina indígena y exótica.* Orientación Gráfica Editora. Argentina.

Morton, C. V. 1976. *A revision of the Argentine species of Solanum.* Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Argentina.

Nee, M. 1999. Sinopsis of *Solanum* in the New World. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J.P. Jessop (eds.) Solanaceae IV: 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew.

Ragonese, A. E. & V. A. Milano. 1984. *Vegetales y sustancias de la Flora Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.* Ed. Acme. Argentina.

Roth, I. 1977. *Fruits of Angiosperms* in Linsbauer (ed). Encyclopedia of Plant Anatomy 10 (1): 1-675. Gebrüder Borntraeger. Berlin. Germany.

Saxena, T. & D. Singh. 1969. Embryology and seed development of tetraploid form of *Solanum nigrum* Linn. *J. Indian Bot. Soc.* 48: 148-157.

Siddiqui, S. & S. A. Siddiqui. 1985. The development of endosperm, embryo and seed in *Solanum douglasii* Dunal. *Bull. Soc. Bot. France, Lett. Bot.* 132: 233-239.

Souèges, M. R. 1907. Dévelopment et structure de tégument séminal chez les Solanacées. *Thèses Fac. Sci. París.* Sér. A 556: 1-124. Masson et Cie Editours. Francia.